

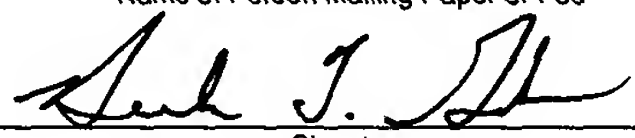
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re

U.S. Application of: Shigeaki IMAI, Koji FUJIWARA,
Makoto MIYAZAKI, and Naoki KUBO
For: MEASUREMENT SYSTEM
U.S. Serial No.: To Be Assigned
Confirmation No.: To Be Assigned
Filed: Concurrently
Group Art Unit: To Be Assigned
Examiner: To Be Assigned

MAIL STOP PATENT APPLICATION

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

EXPRESS MAIL MAILING LABEL NO.: EV 135134650 US DATE OF DEPOSIT: JULY 16, 2003 I hereby certify that this paper or fee is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. § 1.10 on the date indicated above and is addressed to MAIL STOP PATENT APPLICATION, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 Derrick T. Gordon Name of Person Mailing Paper or Fee  Signature JULY 16, 2003 Date of Signature

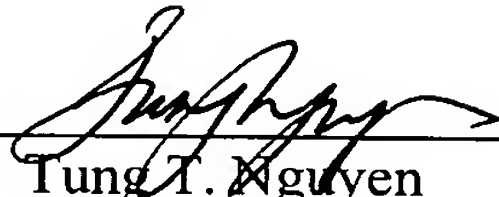
Dear Sir:

SUBMISSION OF CERTIFIED
COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No.
2003-068290, filed March 13, 2003.

Priority benefit under 35 U.S.C. § 119/365 for the Japanese patent application is
claimed for the above-identified United States patent application.

Respectfully submitted,

By: 
Tung T. Nguyen
Reg. No. 42,935
Attorney for Applicants

TNT:TTN:pm

SIDLEY AUSTIN BROWN & WOOD LLP
717 N. Harwood, Suite 3400
Dallas, Texas 75201
Direct: (214) 981-3478
Main: (214) 981-3300
Facsimile: (214) 981-3400

July 16, 2003

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application:

2003年 3月13日

出願番号
Application Number:

特願2003-068290

[ST.10/C]:

[JP2003-068290]

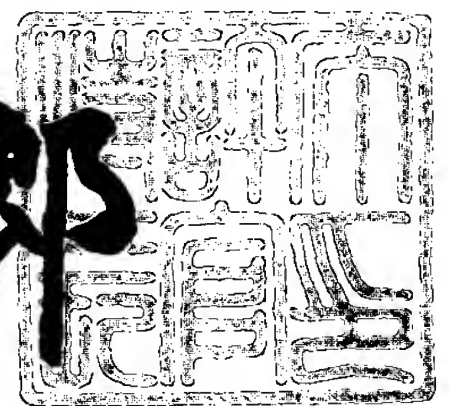
出願人
Applicant(s):

ミノルタ株式会社

2003年 4月25日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3031058

【書類名】 特許願

【整理番号】 TL04658

【提出日】 平成15年 3月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 13/00

【発明の名称】 計測システム

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 今井 重晃

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 藤原 浩次

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 宮崎 誠

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

 【氏名】 久保 直樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000006079

 【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100086933

 【弁理士】

【氏名又は名称】 久保 幸雄

【電話番号】 06-6304-1590

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716123

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 計測システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数のカメラから得られる画像に基づいて対象物を計測する計測システムであって、

複数の前記カメラの撮影方向を変更するために前記カメラの位置制御を行う位置制御手段と、

対象物について少なくとも 1 つの前記カメラから得られる画像に基づいて当該対象物の 2 次元計測を行う 2 次元計測手段と、

同一の対象物について前記複数のカメラから得られる複数の画像に基づいて当該対象物のステレオ計測を行うステレオ計測手段と、

前記 2 次元計測手段と前記ステレオ計測手段とを切り替えて動作させるための切替え手段と、

を有してなることを特徴とする計測システム。

【請求項 2】

前記位置制御手段は、

前記 2 次元計測手段による 2 次元計測を行うときに、前記複数のカメラが互いに異なる範囲を撮影するよう互いに異なる方向を向くように位置制御を行い、

前記ステレオ計測手段によるステレオ計測を行うときに、前記複数のカメラが前記対象物を含んで互いに重複する範囲を撮影するように位置制御を行い、

前記切替え手段は、

初期状態では 2 次元計測手段が動作するように切り替えており、前記 2 次元計測手段によって移動する対象物が検出されたときに前記ステレオ計測手段が動作するように切り替える、

請求項 1 記載の計測システム。

【請求項 3】

前記 2 次元計測手段は、複数のカメラのうちの 1 つのカメラのみから得られる画像に基づいて 2 次元計測を行う、

請求項 1 記載の計測システム。

【請求項 4】

前記ステレオ計測手段は、

前記複数の画像の解像度を低下させる手段を有し、

ステレオ計測を行うに当たって、高解像度の 3 次元データの生成と低解像度の 3 次元データの生成とを適宜切り替えて計測を行う、

請求項 1 記載の計測システム。

【請求項 5】

前記カメラには、三原色のいずれかの色のカラーフィルタが画素毎に配置された撮像素子が設けられており、

複数の前記カメラから得られる画像データを処理するに際して、各カメラの撮像素子における特定の色のカラーフィルタのみに対応する画素の画像データを用いる、

請求項 1 記載の計測システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数のカメラから得られる画像に基づいて対象物を計測する計測システムに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、複数のカメラを用いたステレオ計測の技術が種々提案されている。例えば、2つのカメラを用いて対象物までの距離を求め、距離に応じて低速高精度モードと高速低精度モードとを切り替える技術（特開平 8 - 2 1 9 7 7 4）、2つのカメラを用いて対象物を撮影し、ステレオ計測によって侵入者を検出する技術（特開 2 0 0 0 - 1 1 5 8 1 0）などが提案されている。

【0003】

一方、近年において、撮像素子（画像センサ）とプロセッサの高品質化、低価格化にともなって、ロボットや監視システムなどのリアルタイムシステムにステ

レオ計測を応用することが期待されている。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】

特開平 8 - 2 1 9 7 7 4

【 0 0 0 5 】

【特許文献 2】

特開 2 0 0 0 - 1 1 5 8 1 0

【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

ステレオ計測をリアルタイムシステムに応用する際の問題の一つは、3次元データの出力のスループットつまり処理速度の速さと精度とのトレードオフをどう設定するかである。この問題に対する一つの選択枝は、システムが要求するスループットと精度との“両方の”クリティカルな仕様を満たすように機器を設計することである。しかし、これら2つの相反する要求仕様を“同時に”満たすためには、一般には機器が高価なものになってしまう問題がある。

【 0 0 0 7 】

しかし、システムによってはそれらの要求を同時に満たす必要はなく、予め用意された複数の仕様の計測モードを目的に応じて切り替えればよいものも数多く存在する。

【 0 0 0 8 】

例えば、監視システムでは、対象物は侵入者などであり、侵入者を検知する通常の段階ではほどほどの信頼性がある更新レートの速い検知が要求されるが、検知した侵入者の確認を行う段階では少々時間がかかっても信頼性のより高い検知を行うことが要求される。また、ロボットナビゲーションシステムでは、ロボットの起動時や停止時は、リアルタイム性はあまり要求されず周囲の3次元環境を高精度で計測する必要があるが、ロボットの移動中は精度を少々落としてもリアルタイムで障害物を検知しなければならない。

【 0 0 0 9 】

本発明は、上述の点に鑑みてなされたもので、ロボットや監視システムなどに

において、環境の変化や対象物の動きなどに応じて最適な計測を行うことのできる計測システムを提供することを目的とする。

【 0 0 1 0 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る計測システムは、複数のカメラから得られる画像に基づいて対象物を計測する計測システムであって、複数の前記カメラの撮影方向を変更するためにカメラの位置制御を行う位置制御手段と、対象物について少なくとも1つの前記カメラから得られる画像に基づいて当該対象物の2次元計測を行う2次元計測手段と、同一の対象物について前記複数のカメラから得られる複数の画像に基づいて当該対象物のステレオ計測を行うステレオ計測手段と、前記2次元計測手段と前記ステレオ計測手段とを切り替えて動作させるための切替え手段とを有する。

【 0 0 1 1 】

複数のカメラは、それぞれ独立して位置制御を行ってもよく、またはカメラ同士的位置関係を固定とし、全体を1つのカメラ群として扱って位置制御を行ってもよい。

【 0 0 1 2 】

好ましくは、前記位置制御手段は、前記2次元計測手段による2次元計測を行うときに、前記複数のカメラが互いに異なる範囲を撮影するよう互いに異なる方向を向くように位置制御を行い、前記ステレオ計測手段によるステレオ計測を行うときに、前記複数のカメラが前記対象物を含んで互いに重複する範囲を撮影するよう位置制御を行い、前記切替え手段は、初期状態では2次元計測手段が動作するように切り替えており、前記2次元計測手段によって移動する対象物が検出されたときに前記ステレオ計測手段が動作するように切り替える。

【 0 0 1 3 】

また、前記ステレオ計測手段は、前記複数の画像の解像度を低下させる手段を有し、ステレオ計測を行うに当たって、高解像度の3次元データの生成と低解像度の3次元データの生成とを適宜切り替えて計測を行う。

【 0 0 1 4 】

また、前記カメラには、三原色のいずれかの色のカラーフィルタが画素毎に配置された撮像素子が設けられており、複数の前記カメラから得られる画像データを処理するに際して、各カメラの撮像素子における特定の色のカラーフィルタのみに対応する画素の画像データを用いる。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

〔第 1 の実施形態〕

まず、本発明に係る計測システムを防犯用の監視システムに応用した例を説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は本発明に係る第 1 の実施形態である監視システム 1 の構成を示す図、図 2 は 2 次元処理部 4 1 の構成の例を示すブロック図、図 3 はステレオ処理部 4 2 の構成の例を示すブロック図、図 4 は変形した 2 次元処理部 4 1 B の構成を示すブロック図、図 5 は変形したステレオ処理部 4 2 B の構成を示すブロック図である。

【 0 0 1 7 】

図 1 において、監視システム 1 は、2 つのカメラ 1 1, 2 1、各カメラ 1 1, 2 1 の撮影方向を変更するためのパン機構 1 2, 2 2 およびチルト機構 1 3, 2 3、それらのドライバ 1 4, 2 4、位置制御機構 3 1 およびそのドライバ 3 2、2 次元処理部 4 1、ステレオ処理部 4 2、コントローラ 4 3、および出力部 4 4 などからなっている。

【 0 0 1 8 】

カメラ 1 1, 2 1 は、それぞれ、光学系、撮像素子、ズーミング機構、およびそれらの駆動回路などを有する。カメラ 1 1, 2 1 は、撮像素子によってズーミングに応じた所定の範囲の領域（対象領域）を撮影する。撮影された画像は、対象領域内の背景の画像であったり、対象物（物体）の画像であったりする。得られた画像データは、適当な周期毎に 1 フレーム分のデータが出力される。例えば毎秒 3 0 フレームの画像データが出力される。また、外部からの信号によって、ズーミングその他の制御を行うことが可能である。カメラ 1 1, 2 1 それ自体の

構造および動作は公知である。

【 0 0 1 9 】

パン機構 1 2, 2 2 は、各カメラ 1 1, 2 1 を左右に独立して回転させ、これによってそれぞれの光軸を左右に振ることができる。チルト機構 1 3, 2 3 は、各カメラ 1 1, 2 1 を上下に独立して回転させ、これによってそれぞれの光軸を上下に振ることができる。ドライバ 1 4, 2 4 は、コントローラ 4 3 からの指令信号に基づいて、パン機構 1 2, 2 2 およびチルト機構 1 3, 2 3 を駆動制御する。

【 0 0 2 0 】

位置制御機構 3 1 は、パン機構 1 2, 2 2 およびチルト機構 1 3, 2 3 を含めたカメラ 1 1, 2 1 の全体の位置姿勢を制御する。つまり、位置制御機構 3 1 の動作によって、カメラ 1 1, 2 1 の互いの位置関係を保持した状態で、これらカメラ 1 1, 2 1 の全体の位置姿勢が変更される。ドライバ 3 2 は、コントローラ 4 3 からの指令信号に基づいて位置制御機構 3 1 を駆動制御する。

【 0 0 2 1 】

これら、カメラ 1 1, 2 1 およびその位置制御機構は、例えば、ビルの入り口、部屋の入口、廊下、ロビー、受付、倉庫などの監視したい領域が画角内に収まるよう設置される。

【 0 0 2 2 】

2 次元処理部 4 1 は、2 つのカメラ 1 1, 2 1 から得られるそれぞれの画像（画像データ）D 1, D 2 に基づいて、対象物の 2 次元計測のための処理をそれぞれ独立して行い、計測データ D 3 を出力する。

【 0 0 2 3 】

図 2 において、2 次元処理部 4 1 は、1 フレーム遅延部 4 1 1、および 2 次元動き検出部 4 1 2 を備える。1 フレーム遅延部 4 1 1 は、画像 D 1, D 2 を 1 フレーム分記憶し、記憶した画像 D 1, D 2 を 1 フレーム分遅延して出力する。2 次元動き検出部 4 1 2 は、現フレームの画像 D 1, D 2 と、1 フレーム分遅延した画像 D 1 T, D 2 T とをそれぞれ比較し、それらの変化分に基づいて対象物を検出する。

【 0 0 2 4 】

なお、対象物を検出する手法として、例えば、背景差分による手法、時間差分による手法、時系列画像の動きベクトルを用いる手法（オプティカルフロー法）などの公知の手法を用いることが可能である。時間差分による手法を用いる場合には、例えば、現フレームの画像と前フレームの画像との差分画像を計算して求め、差分画像の強度の和がしきい値以上であるときに対象物があるとの判断をする。この場合は処理が簡単であり、高速の処理が可能であるが、照明の変動をも対象物として検知してしまうおそれがある。

【 0 0 2 5 】

ステレオ処理部 4 2 は、2つのカメラ 1 1, 2 1 から得られる2つの画像 D 1, D 2 に基づいて、対象物のステレオ計測のための処理を行い、計測データ D 4 を出力する。

【 0 0 2 6 】

図 3 において、ステレオ処理部 4 2 は、ステレオ画像処理部 4 2 1、1 フレーム遅延部 4 2 2、および 3 次元動き検出部 4 2 3 を備える。ステレオ画像処理部 4 2 1 は、2つの画像 D 1, D 2 に基づいて、三角測量の原理によって距離画像（3 次元データ）D T を生成する。1 フレーム遅延部 4 2 2 は、距離画像 D T を 1 フレーム分記憶し、記憶した距離画像 D T を 1 フレーム分遅延して出力する。3 次元動き検出部 4 2 3 は、ステレオ画像処理部 4 2 1 から出力された距離画像 D T と 1 フレーム分遅延した距離画像 D T T とを比較し、それらの変化分に基づいて対象物の詳しい状態を検出する。

【 0 0 2 7 】

すなわち、2つのカメラ 1 1, 2 1 の一方を基準カメラとし他方を参照カメラとする。ステレオ画像処理部 4 2 1 において、基準カメラの画像（基準画像）D 1 と参照カメラの画像（参照画像）D 2 との間で対応点を探索する。予め校正された光学パラメータおよび両カメラの位置関係に基づいて、基準画像の各画素に対応して距離画像 D T を算出する。この場合は処理が複雑であるため処理レートは低い、照明の変動の影響を受けにくい。

【 0 0 2 8 】

そして、3次元動き検出部423において、現フレームの距離画像DTと前フレームの距離画像DTTとの差分距離画像を算出し、差分距離画像の強度の和がしきい値以上であるときに、間違いなく対象物があると判断する。

【0029】

監視システム1が防犯のために用いられる場合に、2次元処理部41は、互いに異なる範囲を撮影した2つの画像D1, D2に基づいて、対象物として例えば侵入者を検出する。そして、カメラ11, 21の位置、姿勢、画像D1, D2の中の対象物の位置、大きさなどに基づいて、侵入者の概略の位置および大きさなどの情報を、計測データD3としてコントローラ43に出力する。コントローラ43は、侵入者をクローズアップして捉えるようにカメラ11, 21の位置、姿勢、およびズームングを制御する。そして、ステレオ処理部42は、2つの画像D1, D2に基づいて3次元計測を行い、侵入者の位置つまり侵入者までの距離および侵入者の大きさについての情報を、計測データD4としてコントローラ43に出力する。

【0030】

なお、計測データD3には画像D1, D2が含まれる。計測データD4には距離画像DTが含まれる。計測データD4は、2次元処理部41で検出された侵入者が本当に侵入者であるか否かを正確に判断するために用いられる。

【0031】

また、どの程度の差分画像および差分距離画像の強度を侵入者とするかについては、公知の種々のアルゴリズムを用いて判定することができる。

コントローラ43は、上に述べたように、カメラ11, 21のパン、チルトの姿勢を制御する。また、カメラ11, 21の画像D1, D2を2次元処理部41で処理するかまたはステレオ処理部42で処理するかを切り替える。

【0032】

通常は、これら2つのカメラ11, 21が互いに異なる範囲を撮影するよう、互いに異なる方向を向くように位置制御が行われ、且つズームングが広角となるように制御される。その場合に、2つのカメラ11, 21の画像D1, D2の境界部分が少々重なってもよい。これにより、カメラ11, 21によって広い範囲

が撮影される。その間において画像D 1, D 2が2次元処理部4 1で処理されるように切り替えられる。なお、周囲をスキャンするようにカメラ1 1, 2 1を移動させることにより、より広い範囲を撮影するようにしてもよい。

【0 0 3 3】

そして、例えば侵入者が検出されたときに、2つのカメラ1 1, 2 1がいずれもその侵入者を拡大して撮影するように、カメラ1 1, 2 1の位置制御およびズーム制御が行われる。つまり、2つのカメラ1 1, 2 1が侵入者を含む範囲を重複するように撮影が行われる。そして、画像D 1, D 2がステレオ処理部4 2で処理されるよう、コントローラ4 3によって切り替えられる。

【0 0 3 4】

すなわち、コントローラ4 3は、その内部に2次元計測モード（単眼計測モード）とステレオ計測モードとの2つのモードを管理するモード情報を持つ。2次元動き検出部4 1 2からの計測データD 3、3次元動き検出部4 2 3からの計測データD 4、およびモード情報の3つの情報に基づいて、2次元処理部4 1またはステレオ処理部4 2のいずれかで画像D 1, D 2を処理するように切り替える。この切り替えによって、2次元計測モードまたはステレオ計測モードのいずれかが設定される。コントローラ4 3からは、モードに応じた切替え信号D Cが出力される。例えば、切替え信号D Cとして、2次元計測モードのときはオフ、ステレオ計測モードのときはオンの信号を出力する。切替え信号D Cによって、2次元処理部4 1およびステレオ処理部4 2の動作の有無を切り替える。また、切替え信号D Cによって、画像D 1, D 2の出力先、各ブロックの出力先、および他の各ブロックの動作の有無などを切り替えるようにしてもよい。

【0 0 3 5】

コントローラ4 3は、また、2次元処理部4 1またはステレオ処理部4 2からの計測データD 3, D 4に応じて、侵入者が検出された旨を知らせるための警報信号D 5を出力する。

【0 0 3 6】

出力部4 4は、警報信号D 5に基づいて、音声や画面表示などによって監視者への通知を行う。

また、コントローラ 4 3 または出力部 4 4 は、LAN またはその他のネットワークを介して外部のホストコンピュータや端末装置との間で通信が可能となっている。その通信によって、画像 D 1, D 2、計測データ D 3, D 4 などホストコンピュータに出力することが可能である。

【 0 0 3 7 】

例えば、ステレオ処理部 4 2 において侵入者が検出されたときは、距離画像 D T および基準画像 D 1 を出力し、侵入者が検出されないときは、基準画像 D 1 のみを時刻情報とともに出力する。

【 0 0 3 8 】

なお、カメラ 1 1, 2 1 の位置または姿勢を制御する際に、パン機構 1 2, 2 2 およびチルト機構 1 3, 2 3 とともに、位置制御機構 3 1 を併用する。例えば、いずれか一方のカメラ 1 1, 2 1 で侵入者を検出した場合に、そのカメラで侵入者を追跡して撮影するように姿勢を制御しながら、他のカメラも侵入者の方を向くように、パン機構 1 2, 2 2、チルト機構 1 3, 2 3、および位置制御機構 3 1 を適当に制御する。その際に、最終的に 2 つのカメラ 1 1, 2 1 を結ぶ基線が侵入者の方向に対して垂直となるように位置制御を行う。基線が侵入者の方向に対して垂直となった時点で、ステレオ計測モードに切り替えればよい。これによって、侵入者に対する 2 つのカメラ 1 1, 2 1 の基線長が最大の状態となり、大きな視差で侵入者を撮影することができ、一層高精度なステレオ計測が可能となる。

【 0 0 3 9 】

また、カメラ 1 1, 2 1 の位置または姿勢を制御する際に、パン機構 1 2, 2 2 によってカメラ 1 1, 2 1 が互いに対称な動きをするように、チルト機構 1 3, 2 3 によってカメラ 1 1, 2 1 が同期した同じ動きとなるように、それぞれ制御を行うと、機構が簡単化され制御が容易であるとともに、2 次元処理部 4 1 およびステレオ処理部 4 2 での処理が簡単化される。

【 0 0 4 0 】

また、カメラ 1 1, 2 1 の位置または姿勢の制御に際して、パン機構 1 2, 2 2、チルト機構 1 3, 2 3、および位置制御機構 3 1 による制御で位置決めを行

うように説明したが、カメラ 1 1, 2 1 が適当な位置で機械的に位置決めが行われるように構成してもよい。例えば、2 つのカメラ 1 1, 2 1 の光軸が互いに平行になるような位置、2 つのカメラ 1 1, 2 1 がある特定の距離範囲にある対象物を頂点とする 2 等辺三角形の底辺の各頂点となる位置、定常的に監視したい特定の対象物を撮影する位置、などとなるように、機械的な位置決めを行う。機械的な位置決めのために、例えば、ストッパー、ノッチなどを用いることが可能である。このように機械的な位置決めを行うと、高精度な位置決め制御を行わなくても位置精度が向上し、計測精度を高めることができる。

【 0 0 4 1 】

次に、監視システム 1 の全体の動作の流れを説明する。

(1) まず、監視システム 1 の電源をオンにしたときに、コントローラ 4 3 の内部のモード情報を 2 次元計測モードに初期設定する。したがって、初期状態において、コントローラ 4 3 は、監視システム 1 を 2 次元計測モードに設定するために、オフの切替え信号 D C を出力する。

【 0 0 4 2 】

なお、上に述べた実施形態では、2 次元処理部 4 1 で 2 つの画像 D 1, D 2 を別個に処理するようにしたが、2 つのカメラ 1 1, 2 1 が同じ範囲を撮影するようにした場合には、そのうちの 1 つの画像、例えば基準画像 D 1 のみを用いて、2 次元処理部 4 1 における対象物の 2 次元計測を行ってもよい。このようにすると、2 次元処理部 4 1 における処理がより簡単になる。

(2) 次に、2 次元処理部 4 1 に前フレームの画像の入力があるときは、2 次元動き検出部 4 1 2 は、現フレームの画像と前フレームの画像とから、シーン中で対象物の動きがあったかどうかを判断し、判断結果をコントローラ 4 3 に出力する。なお、この場合には、上にも述べたように照明に変動があった場合も対象物の動きとして判断される可能性がある。

(3) そして、ステレオ処理部 4 2 に基準画像 D 1 の入力があるときは、ステレオ処理部 4 2 は、距離画像 D T を 3 次元動き検出部 4 2 3 に出力する。3 次元動き検出部 4 2 3 は、現フレームの距離画像 D T と前フレームの距離画像 D T T とから、シーン中で対象物の動きがあったかどうかを判断し、コントローラ 4 3

に出力する。

(4) コントローラ 4 3 は、モード情報が 2 次元計測モードであるときに、2 次元動き検出部 4 1 2 から対象物の動きがあることを示す計測データ D 3 が出力されると、モード情報をステレオ計測モードに変更し、ステレオ処理部 4 2 において画像 D 1, D 2 の処理を行うように切り替える。2 次元動き検出部 4 1 2 から対象物の動きがあることを示す計測データ D 3 が出力されるまでは、モード情報を 2 次元計測モードのままに維持する。

【 0 0 4 3 】

モード情報がステレオ計測モードであるときに、3 次元動き検出部 4 2 3 から対象物の動きがないことを示す計測データ D 4 が出力されると、モード情報を 2 次元計測モードに変更し、2 次元処理部 4 1 において画像 D 1, D 2 の処理を行うように切り替える。3 次元動き検出部 4 2 3 から対象物の動きがあることを示す計測データ D 4 が出力されると、モード情報をステレオ計測モードのままに維持し、出力部 4 4 に距離画像 D T を出力する。

(5) 出力部 4 4 は、基準画像 D 1 を、一定の時間間隔で時刻情報とともにホストコンピュータに送信する。距離画像 D T が出力されているときは、その距離画像 D T を同時刻の基準画像 D 1 とともに送信する。

(6) ホストコンピュータにおいては、基準画像 D 1 または距離画像 D T を受信すると、時刻とともにそれらを記録する。距離画像 D T が送られてきたときは、それと同時に警報を発生する。

【 0 0 4 4 】

なお、上に説明した実施形態によると、2 次元処理部 4 1 およびステレオ処理部 4 2 において、現フレームの画像 D 1 または距離画像 D T を前フレームの画像 D 1 T または距離画像 D T T と比較することによって対象物の動きを検出しているが、図 4 および図 5 に示すように、初期状態またはリセット時の画像（背景画像）D 1 N または距離画像 D T N と比較するようにしてもよい。すなわち、その場合には、1 フレーム遅延部 4 1 1 および 1 フレーム遅延部 4 2 2 に代えて、それぞれ初期画像記憶部 4 1 1 B または初期距離画像記憶部 4 2 2 B とする。

【 0 0 4 5 】

初期画像記憶部 4 1 1 B には初期状態の画像 D 1 N が記憶されるよう、また初期距離画像記憶部 4 2 2 B には初期状態の距離画像 D T N が記憶されるよう、各ブロックの接続または動作を制御すればよい。

【 0 0 4 6 】

すなわち、例えば、監視システム 1 の起動時には、基準画像 D 1 が初期画像記憶部 4 1 1 B に入力されるように、コントローラ 4 3 からリセット信号を出力する。それと同時に、初期画像記憶部 4 1 1 B で基準画像 D 1 N を記憶する。また、画像 D 1, D 2 に基づいてステレオ処理部 4 2 が距離画像 D T を生成するようにし、生成した初期の距離画像 D T N を初期距離画像記憶部 4 2 2 B に記憶する。そして、監視システム 1 の動作中において、それぞれに記憶された初期状態の画像 D 1 N または初期状態の距離画像 D T N を用いて、対象物の動き検出を行う。

〔第 2 の実施形態〕

次に、本発明に係る計測システムをロボットナビゲーションシステムに応用した例を説明する。

【 0 0 4 7 】

図 6 は本発明に係る第 2 の実施形態であるロボット制御システム 2 の構成を示す図である。

第 2 の実施形態のロボット制御システム 2 は、ロボット内に装備される。ロボットは、ロボット制御システム 2 の制御によって前後左右に移動可能である。また、ロボットの頭部には、パンチルト機構を備えたステレオカメラが装置され、ロボット内部のロボット制御システム 2 の指令で動作する。

【 0 0 4 8 】

ここで、ステレオカメラおよびパンチルト機構は、第 1 の実施形態の場合と同様なカメラ 1 1, 2 1 および位置姿勢制御機構を用いることができる。また、それらを簡略化したものを用いることも可能である。図 6 においてはカメラ 1 1, 2 1 などの図示を省略した。また、位置姿勢制御機構のドライバはパンチルト制御部 6 1 として示した。

【 0 0 4 9 】

図 6 において、ロボット制御システム 2 は、低解像度化部 5 1、5 2、ステレオ処理部 5 3、3 次元マッチング部 5 4、位置同定部 5 5、3 次元マップ更新部 5 6、3 次元マップ用記憶部 5 7、位置姿勢用記憶部 5 8、コントローラ 5 9、走行制御部 6 0、およびパンチルト制御部 6 1 などからなっている。

【 0 0 5 0 】

低解像度化部 5 1、5 2 は、カメラ 1 1、2 1 から出力される画像 D 1、D 2 の解像度を落とし、総画像数を少なくした低解像度画像 D 1 L、D 2 L を出力する。例えば、画像のデータを間引いて解像度を 2 分の 1、3 分の 1、または 4 分の 1 に落とし、それだけ縮小した画像を出力する。

【 0 0 5 1 】

ステレオ処理部 5 3 は、第 1 の実施形態の場合と同様に、2 つの画像 D 1、D 2 またはそれらの低解像度画像 D 1 L、D 2 L に基づいて、対象物のステレオ計測のための処理を行い、距離画像 D T を含む計測データ D 4 を出力する。

【 0 0 5 2 】

3 次元マッチング部 5 4 は、ステレオ処理部 5 3 から出力される距離画像（部分 3 次元データ）D T を、3 次元マップ用記憶部 5 7 に予め記憶している 3 次元マップ D M と照合する。つまり、ロボット自身がカメラ 1 1、2 1 を通して見ている距離画像 D T と 3 次元マップ D M とのマッチングを行う。そして、距離画像 D T に対応する 3 次元マップ D M の部分を検出し、3 次元マップ D M に対する距離画像 D T の位置姿勢情報 D 6 を出力する。なお、照合に際して、照合の度合いがしきい値より低いときは、コントローラ 5 9 に対して照合エラー信号 D E を出力する。

【 0 0 5 3 】

位置同定部 5 5 は、3 次元マッチング部 5 4 から出力される位置姿勢情報 D 6 およびカメラ 1 1、2 1 の位置姿勢情報から、ロボットの位置姿勢を計算して位置姿勢情報 D 7 を出力する。なお、カメラ 1 1、2 1 の位置姿勢情報は、パンチルト制御部 6 1 の情報に基づいて得られる。

【 0 0 5 4 】

3 次元マップ更新部 5 6 は、ステレオ処理部 5 3 から出力された距離画像 D T

を、3次元マップDM中の対応する部分に置き替える。これによって、3次元マップ用記憶部57に記憶された3次元マップDMが更新される。

【0055】

コントローラ59は、中央制御部としての役割を果たす。つまり、ロボットのタスクを管理し、タスクに基づいてロボットの各部を制御する。タスク内容に基づいて、ロボットの移動の経路を計算し、必要な情報を適宜カメラ11, 21から入力してその経路を辿るように走行制御部60に指令を出す。

【0056】

また、コントローラ59は、高速モードと高精度モードとを切り替えるためのモード信号DDを出力する。モード信号DDがオンのときには、高速モードとなり、画像D1, D2が低解像度化部51, 52に入力され、ステレオ処理部53の出力が3次元マッチング部54に入力される。

【0057】

走行制御部60は、車輪の駆動を制御し、ロボットの移動および回転を制御する。

パンチルト制御部61は、コントローラ59からの指令によって、カメラ11, 21の視線方向を制御する。このとき、カメラ11, 21の姿勢情報を随時出力する。

【0058】

次に、ロボット制御システム2の全体の動作の流れを説明する。

(1) まず、ロボット制御システム2の電源をオンにしたときに、コントローラ59はモード信号DDをオフとし、高精度モードを設定する。ロボットは、静止したまま、パンチルト機構によってカメラ11, 21で周囲をスキャンしながら複数の画像D1, D2を入力する。複数の画像D1, D2に基づいて、複数の高精度な距離画像DTが生成される。これらの距離画像DTによって、3次元マップDMが作成される。

【0059】

なお、高精度モードでは、2つの画像D1, D2は、低解像度化部51, 52を通過することなくステレオ処理部53に入力される。すなわち、低解像度化部

5 1, 5 2 を通過させた場合と比べると、高解像度で高精度の距離画像 D T が生成される。しかし、その計算コストが高くなるため、処理レートは遅くなる。

(2) ロボットが移動を始めると、コントローラ 5 9 はモード信号 D D をオンとし、高速モードに切り替える。生成した距離画像 D T を 3 次元マップ用記憶部 5 7 に記憶した 3 次元マップ D M と照合することにより、ロボット自身の位置および姿勢を算出する。そして、ロボットが予め定められた経路から外れている場合は、経路に戻るための補正動作を走行制御部 6 0 に指示する。

【 0 0 6 0 】

なお、高速モードでは、2 つの画像 D 1, D 2 は、低解像度化部 5 1, 5 2 を通過してステレオ処理部 5 3 に入力される。すなわち、低解像度化部 5 1, 5 2 を通過させない場合と比べると、低解像度で低精度の距離画像 D T が生成される。しかし、その計算コストが低くなるため、処理レートは速くなる。

(3) 上の (2) のときに、3 次元マッチング部 5 4 が照合エラー信号 D E を出力していることをコントローラ 5 9 が検知すると、コントローラ 5 9 は、異常が発生したまたは周囲の環境が変化したと判断し、走行制御部 6 0 に指令を出してロボットを静止させる。そして、高精度モードに切り替えて、上の (1) の場合と同様な処理を行って 3 次元マップ D M を再構築する。

〔変形例〕

次に、カメラ 1 1, 2 1 からの画像 D 1, D 2 の取り込みの回路について、上に各実施形態に対する変形例を説明する。

【 0 0 6 1 】

図 7 は画像入力回路の部分を示すブロック図、図 8 は撮像素子の画素の一部を示す図、図 9 は各画素の信号の割り当て状態の例を示す図である。

カメラ 1 1, 2 1 には、撮像素子としてカラーの C C D がよく用いられる。低価格のカメラの C C D には、R, G, B の三原色のいずれかの色のカラーフィルタを画素毎に取り付けたものがしばしば用いられる。そのようなカラーフィルタの全体を、カラーモザイクフィルタと呼称することがある。カラーモザイクフィルタの典型例は、図 8 に示すような R G B ベイヤフィルタ F L 1 である。R G B ベイヤフィルタ F L 1 を用いた場合は、2 つの G と各 1 つの R, B の合計 4 つの

画素によって、対象物の画像D 1，D 2の1つの画素が表現される。

【0 0 6 2】

ところで、記録用の画像としてはカラー画像を用いることが、またステレオ計測用には輝度画像を用いることが経済的である。その理由は、ステレオ計測において対応付けを行う際には輝度成分を用いることが最も有効であり、色成分を用いることは計算コストが増大する割には有効性が低いからである。

【0 0 6 3】

そのため、ステレオ計測モードで計測を行う場合には、2つのカメラ1 1，2 1のそれぞれのCCDから輝度成分を抽出し、画素毎にインターレースして出力させる。これを実現するため、カメラ1 1からの出力を1画素分遅延させるための1画素遅延部7 1、および、画素の同期制御を行うための画素同期制御部7 2を設ける。

【0 0 6 4】

つまり、1画素遅延部7 1は、参照カメラ1 1のCCDからラスタ順に画素シリアルで出力されるベイア配列のRAW画像を、1画素分遅延させる。そして、基準カメラ2 1のCCDからR画素またはB画素を出力するタイミングにおいて、カメラ1 1のG画素が出力されるように、スイッチSWを切り替える。その切り替えのために、画素同期制御部7 2によってタイミングをとる。スイッチSWからは、図9に示すように、カメラ1 1のCCDからの画素信号とカメラ2 1のCCDからの画素信号とが交互に出力される。これを1つのA/D変換器によって量子化する。

【0 0 6 5】

図9に示すように、基準カメラ2 1のGの画素成分(G S)と参照カメラ1 1のGの画素成分(G R)とが交互に出力される。

これによって、2つのカメラ1 1，2 1のG画素成分が交互に配列された画像D 1 2を1系統のラインで取り込むことが可能となる。取り込んだ画像D 1 2は適当なメモリに記憶させる。アドレスを指定することによって、2つの画像D 1，D 2を分離して読み出すことができる。このようにして、各カメラ1 1，2 1のCCDにおける特定の色のカラーフィルタのみに対応する画素の画像データを

用いる。

【 0 0 6 6 】

これによって、ステレオ計測モードにおける画像の取り込みが高速化される。
また、このような構成を用いることにより、2次元計測モードでは、基準カメラ
2 1 のカラー画像（ベイア配列 R A W 画像）をそのまま C C D から取り出すこと
ができる。

【 0 0 6 7 】

上の実施形態によると、ロボットや監視システムなどにおいて、2次元計測モ
ードとステレオ計測モードとを環境の変化や対象物の動きなどをトリガとして切
り替えることにより、低コストの構成で最適な計測を行うことができる。

【 0 0 6 8 】

また、2つのカメラ 1 1, 2 1 の撮影範囲が互いに異なるように位置制御を行
っておき、侵入者などが検出されたときに2つのカメラ 1 1, 2 1 でステレオ計
測を行うように位置制御を行うことによって、広範囲の監視と侵入者の有無の高
精度な判定とを両立させることができる。

【 0 0 6 9 】

また、上の実施形態では、カメラ 1 1, 2 1 がそれぞれパン機構 1 2, 2 2 お
よびチルト機構 1 3, 2 3 によって位置制御されるものを主体として説明したが
、これらカメラ 1 1, 2 1 の相対的な位置関係を固定としてもよい。この場合に
、カメラ 1 1, 2 1 の位置関係を固定とした上で、それらの全体を上の位置制御
機構 3 1 などによって位置制御すればよい。例えば、第 2 の実施形態のロボット
制御システム 2 において、2つのカメラ同士の位置関係を固定とし、それら2つ
のカメラを1つのカメラ群として扱い、カメラ群の全体がパンおよびチルトする
ように制御する。そして、第 1 の実施形態の場合と同様に、2次元計測とステレ
オ計測とを切り替える。その場合に、2次元計測時には一方のカメラによる画像
のみを用いる。但し、両方の画像を2枚の2次元画像として用いることも可能で
ある。ステレオ計測時には両方の画像間での対応付けを行う。

【 0 0 7 0 】

上の実施形態においては、2つのカメラ 1 1, 2 1 を横方向（水平方向）に並

べて配置したが、縦方向（垂直方向）に並べて配置してもよい。また、斜めに配置してもよい。3つ以上のカメラを用いてもよい。監視システム1またはロボット制御システム2の各部は、CPUとメモリなどを用いてソフト的に、またはハードウェア回路によって、またはそれらの組み合わせによって実現することが可能である。

【0071】

その他、監視システム1またはロボット制御システム2の全体または各部の構成、回路、形状、寸法、個数、処理内容などは、本発明の趣旨に沿って適宜変更することができる。本発明は、監視システムおよびロボット制御システム以外の種々のアプリケーションに利用することが可能である。

【0072】

【発明の効果】

本発明によると、ロボットや監視システムなどにおいて、環境の変化や対象物の動きなどに応じて最適な計測を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る第1の実施形態である監視システムの構成を示す図である。

【図2】

2次元処理部の構成の例を示すブロック図である。

【図3】

ステレオ処理部の構成の例を示すブロック図である。

【図4】

変形した2次元処理部の構成を示すブロック図である。

【図5】

変形したステレオ処理部の構成を示すブロック図である。

【図6】

本発明に係る第2の実施形態であるロボット制御システムの構成を示す図である。

【図7】

画像入力回路の部分を示すブロック図である。

【図 8】

撮像素子の画素の一部を示す図である。

【図 9】

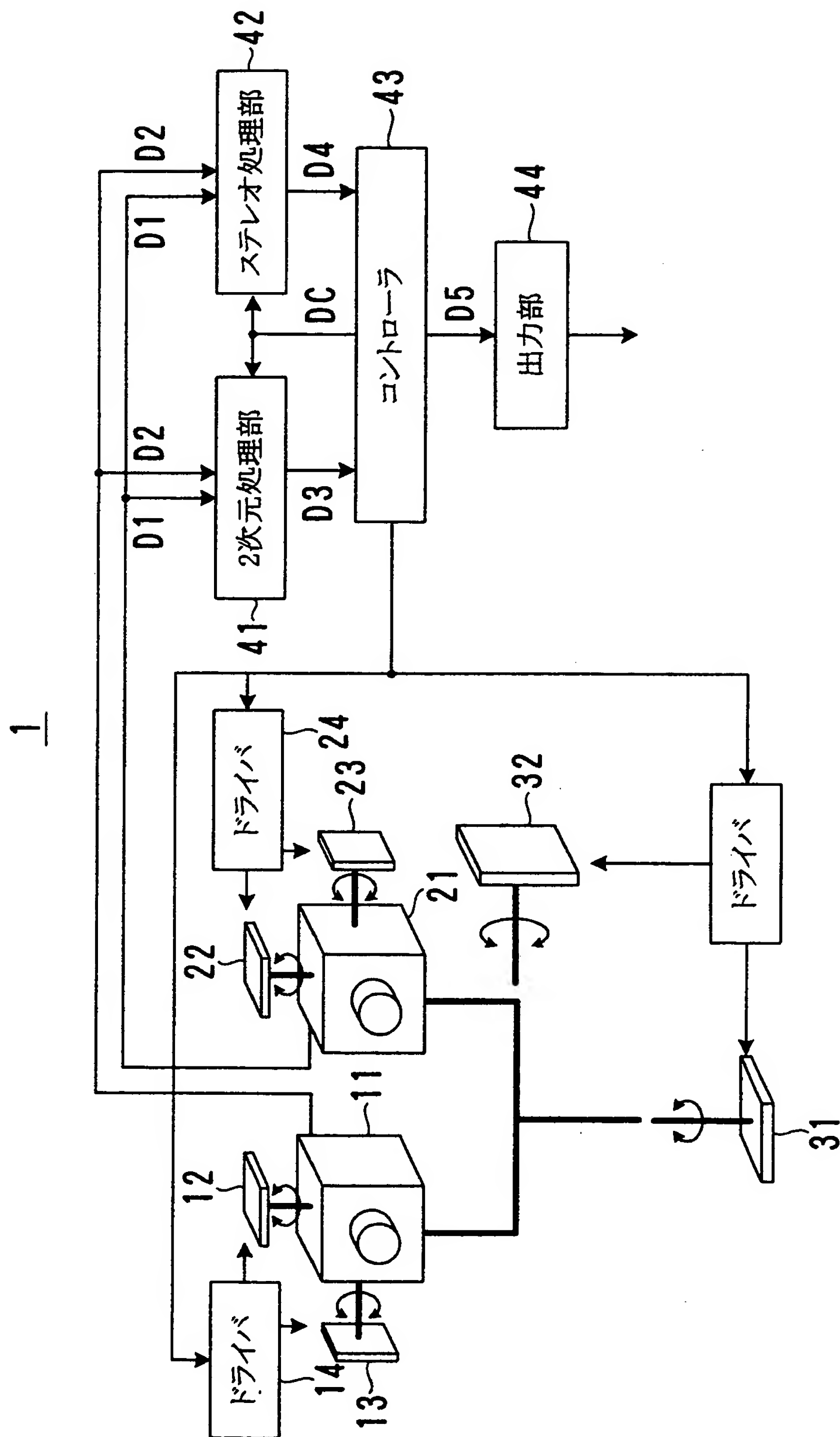
各画素の信号の割り当て状態の例を示す図である。

【符号の説明】

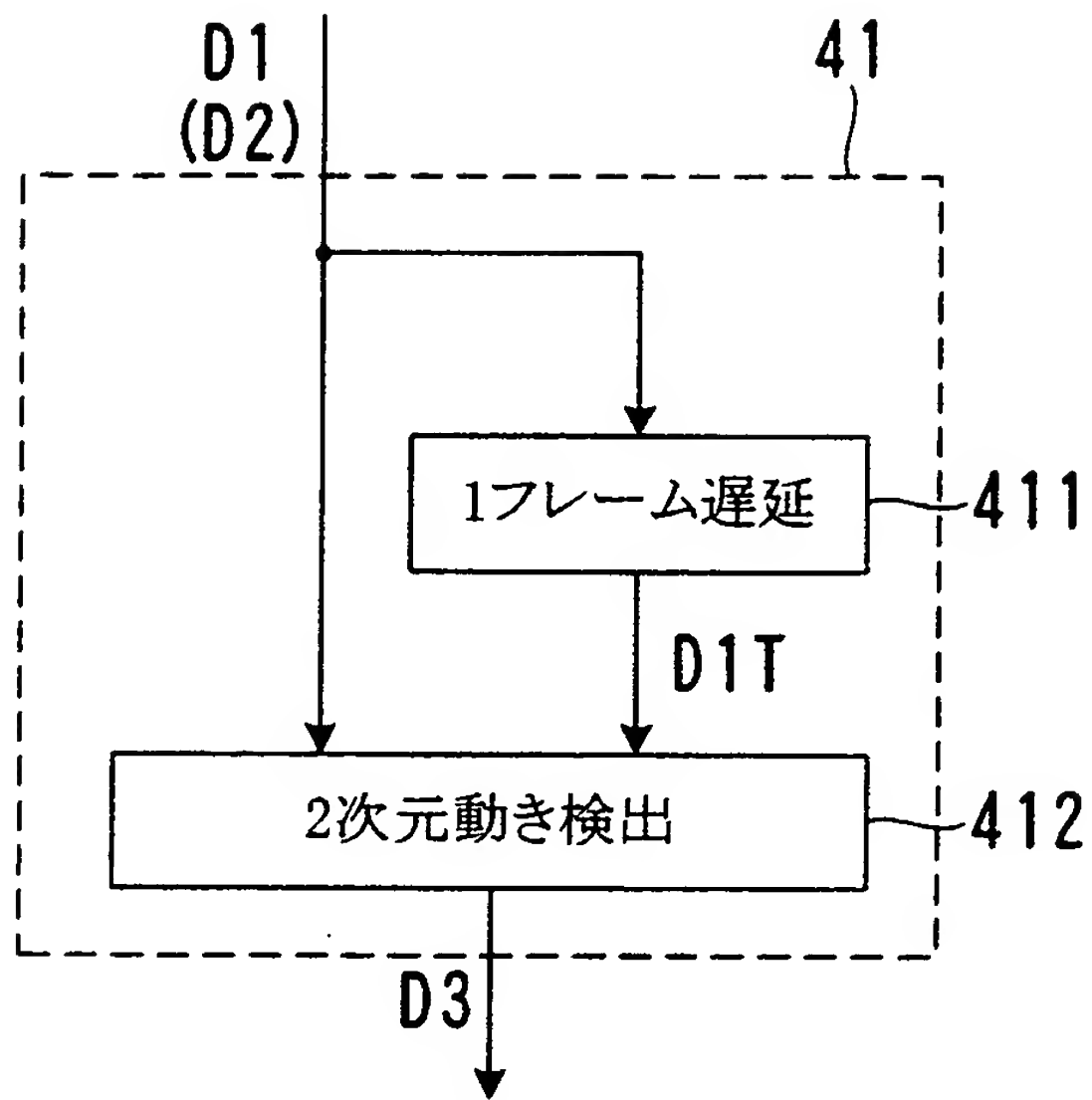
- 1 監視システム（計測システム）
- 2 ロボット制御システム（計測システム）
- 1 1、2 1 カメラ
- 1 2、2 2 パン機構（位置制御手段）
- 1 3、2 3 チルト機構（位置制御手段）
- 3 1 位置制御機構（位置制御手段）
- 4 1 2 次元処理部（2 次元計測手段）
- 4 2 ステレオ処理部（ステレオ計測手段）
- 4 3 コントローラ（切替え手段）
- D 1、D 2 画像

【書類名】 図面

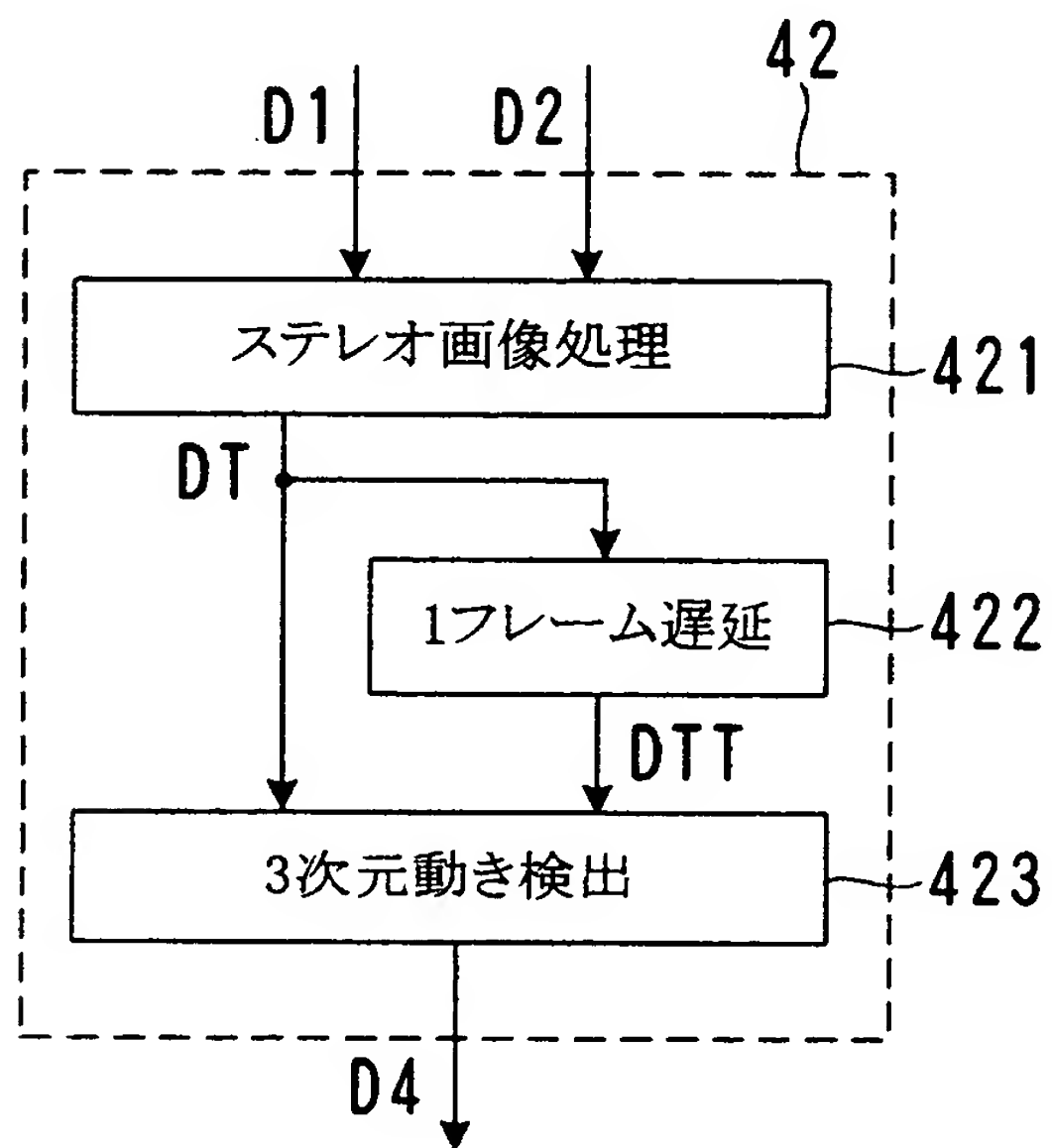
【図 1】



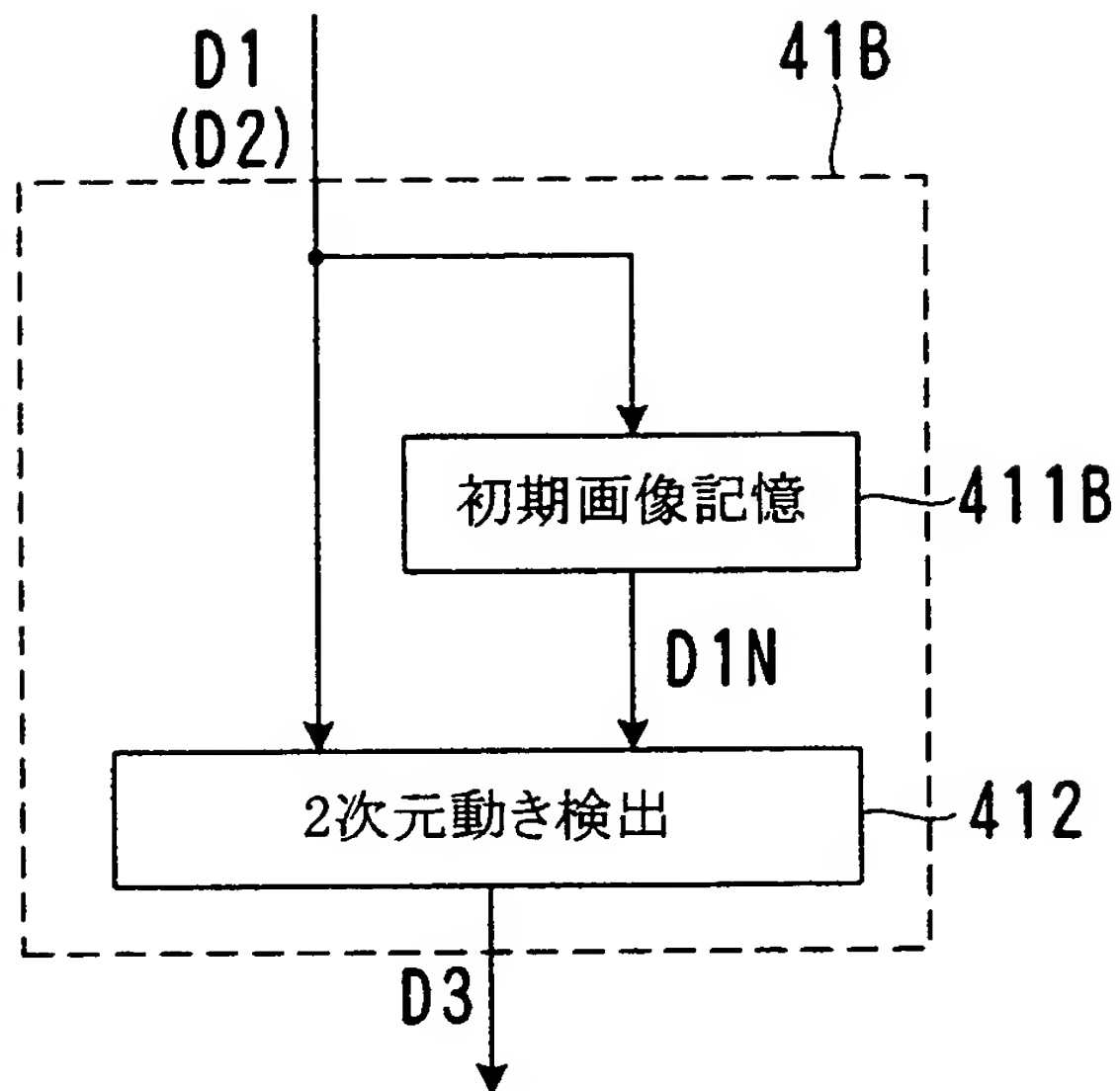
【図 2】



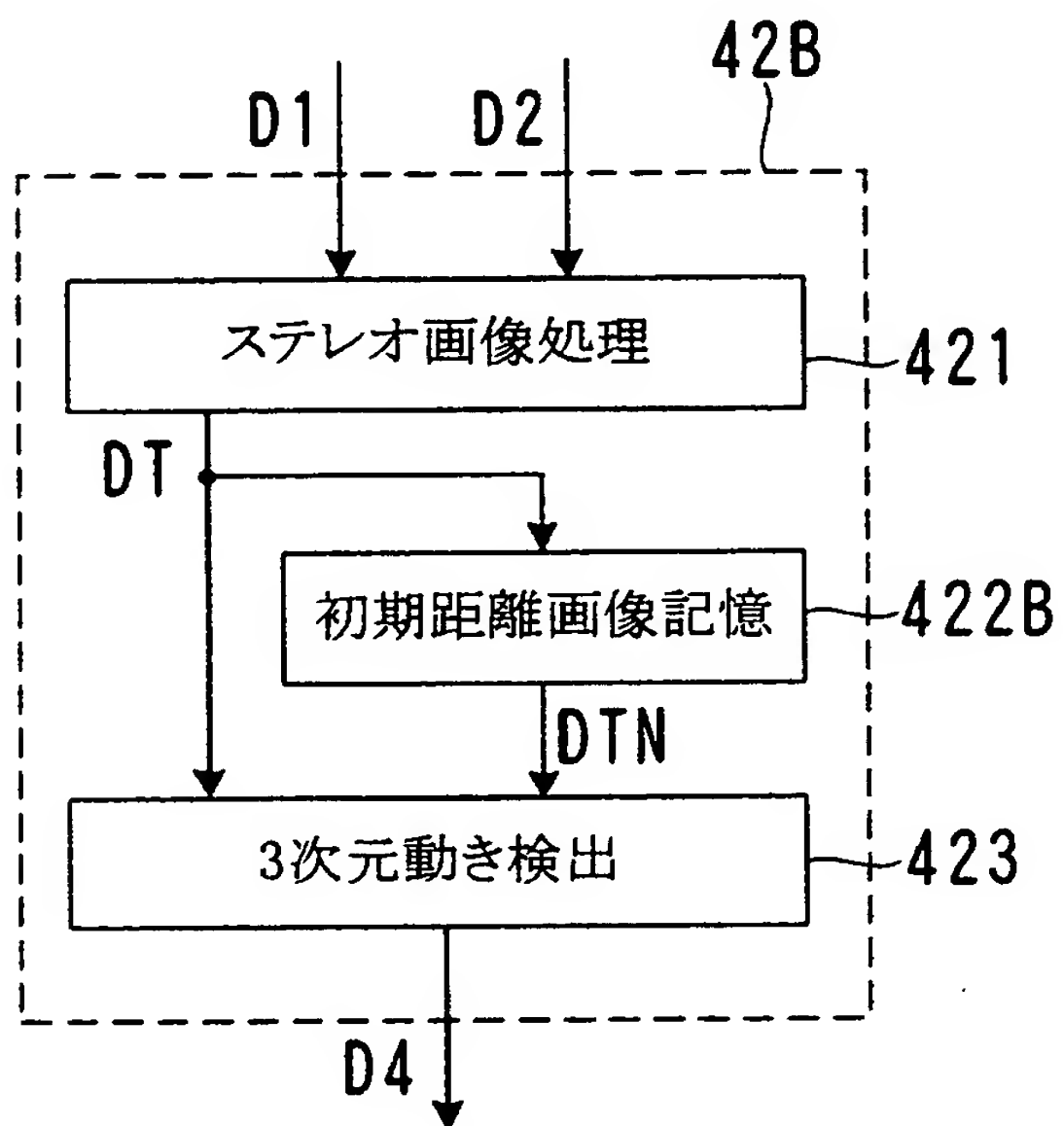
【図 3】



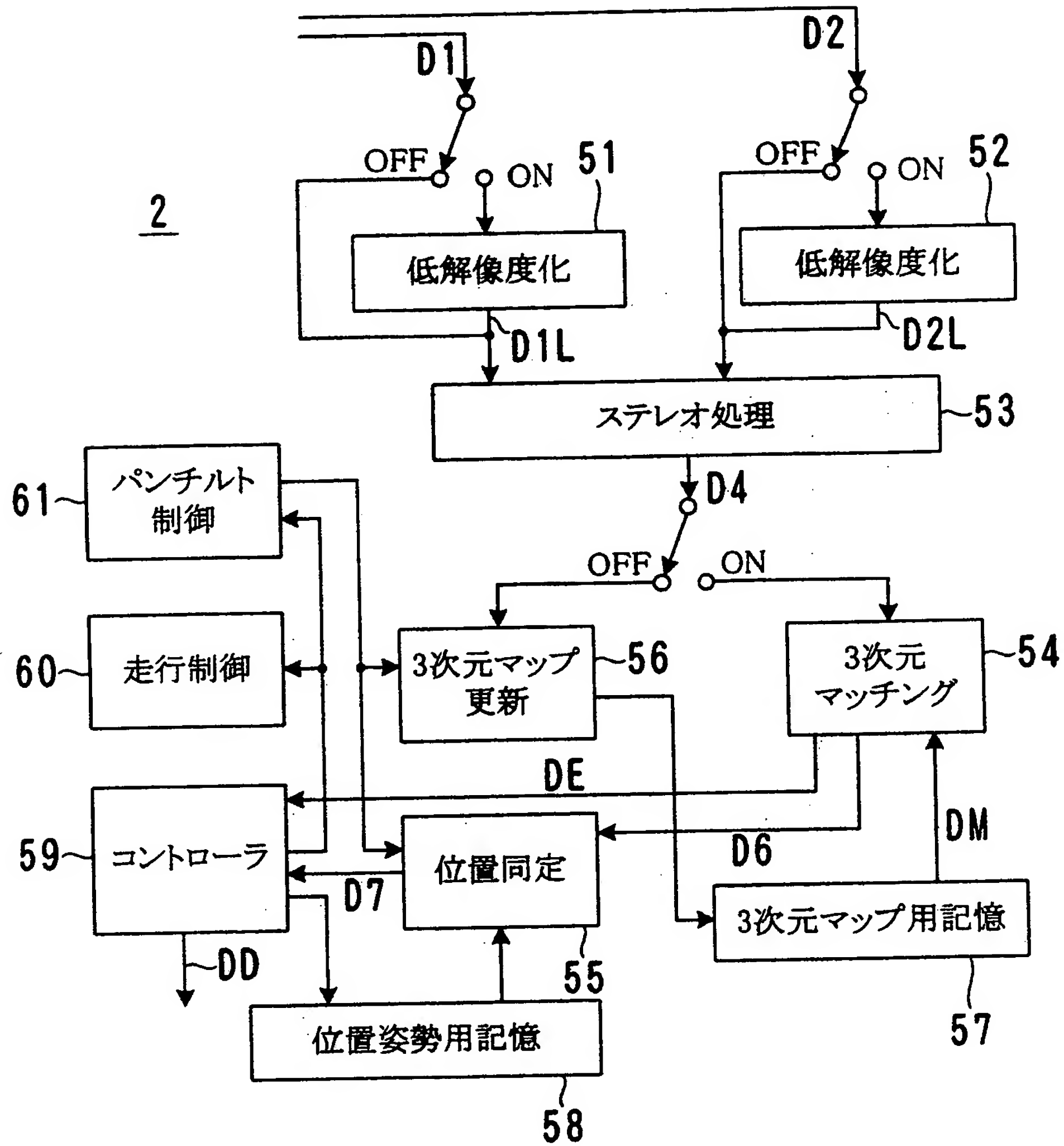
【図 4】



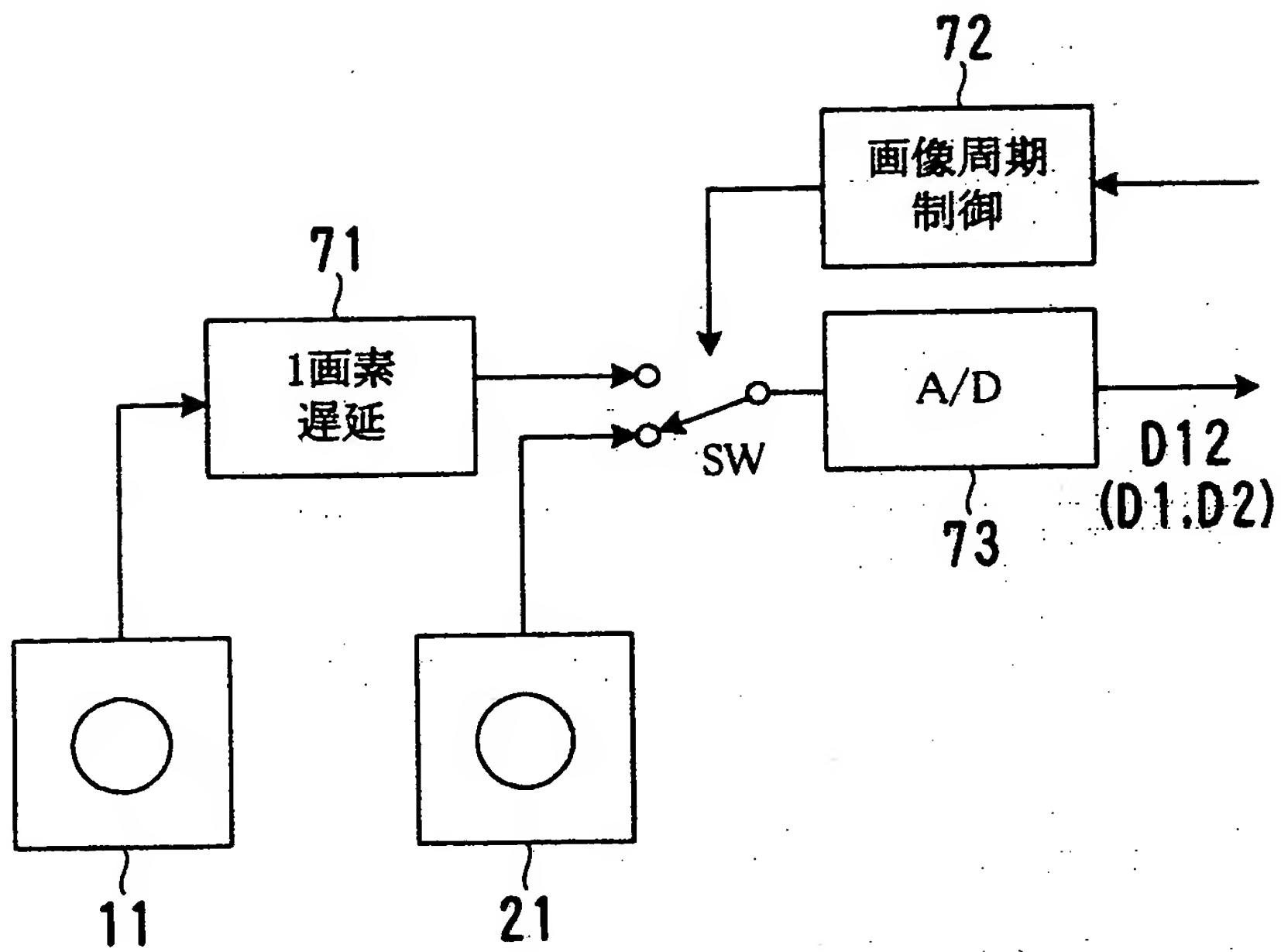
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

FL1

G_{11}	B_{12}	G_{13}	B_{14}
R_{21}	G_{22}	R_{23}	G_{24}
G_{31}	B_{32}	G_{33}	B_{34}
R_{41}	G_{42}	R_{43}	G_{44}

【図 9】

(カメラ21)		(カメラ11)	
GS_{11}	GR_{11}	GS_{13}	GR_{13}
GR_{22}	GS_{22}	GR_{24}	GS_{24}
GS_{31}	GR_{31}	GS_{33}	GR_{33}
GR_{42}	GS_{42}	GR_{43}	GS_{44}

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ロボットや監視システムなどにおいて、環境の変化や対象物の動きなどに応じて最適な計測を行うこと。

【解決手段】 複数のカメラから得られる画像 D 1, D 2 に基づいて対象物を計測する計測システム 1 であって、複数のカメラ 1 1, 2 1 の撮影方向を変更するためにカメラの位置制御を行う位置制御手段と、対象物について少なくとも 1 つのカメラから得られる画像に基づいて当該対象物の 2 次元計測を行う 2 次元計測手段 4 1 と、同一の対象物について複数のカメラから得られる複数の画像に基づいて当該対象物のステレオ計測を行うステレオ計測手段 4 2 と、2 次元計測手段とステレオ計測手段とを切り替えて動作させるためのコントローラ 4 3 とを有する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 6 0 7 9]

1. 変更年月日 1 9 9 4 年 7 月 2 0 日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目 3 番 1 3 号 大阪国際ビル

氏 名 ミノルタ株式会社